

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH  
BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Vliv způsobu rekultivace ploch po povrchové těžbě na  
biodiverzitu – modelová skupina drobní savci**

**Bořek Miklas  
2009**

Vedoucí bakalářské práce:

RNDr. Markéta Haisová, Ph.D.

## **Poděkování**

Děkuji **RNDr. Markétě Haisové, Ph.D.** za odborné vedení. Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří chytali drobné savce na Velké podkrušnohorské výsypce v roce 2004 a poskytli mi tak materiál pro mou bakalářskou práci.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně na základě vlastních zjištění a použil pramenů, které uvádím v seznamu použité literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG, provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

.....

**V Českých Budějovicích dne ..... 2009**

# Obsah

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 Úvod.....                                                                    | 1  |
| 2 Literární přehled.....                                                       | 2  |
| 2.1 Výsypky po povrchové těžbě.....                                            | 2  |
| 2.2 Rekultivace.....                                                           | 2  |
| 2.2.1 Počátky rekultivací.....                                                 | 2  |
| 2.2.2 Technologie rekultivací.....                                             | 4  |
| 2.3 Drobní savci České republiky.....                                          | 6  |
| 2.3.1 Charakteristika druhů:.....                                              | 6  |
| 2.3.2 Drobní savci jako modelové organismy.....                                | 12 |
| 2.3.3 Pohyb drobných savců.....                                                | 13 |
| 2.3.4 Interakce mezi drobnými savci a prostředím.....                          | 15 |
| 3 Materiál a metody.....                                                       | 16 |
| 3.1 Metodika odchytů.....                                                      | 16 |
| 3.2 Popis výsypky.....                                                         | 17 |
| 3.3 Seznam lokalit.....                                                        | 19 |
| 3.4 Zpracování materiálu.....                                                  | 25 |
| 3.4.1 Postup měření.....                                                       | 25 |
| 3.5 Výpočet indexu biodiverzity.....                                           | 25 |
| 4 Výsledky.....                                                                | 26 |
| 4.1 Souhrnné výsledky.....                                                     | 26 |
| 4.2 Výsledky kvadrátových odchytů.....                                         | 31 |
| 4.3 Výsledky liniových odchytů.....                                            | 32 |
| 4.3.1 Výsledky liniových odchytů po přepočtu na průměrný počet past'onocí..... | 34 |
| 4.4 Index biodiverzity .....                                                   | 35 |

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 5 Diskuse.....             | 36 |
| 6 Závěr.....               | 38 |
| 7 Summary.....             | 39 |
| 8 Souhrn.....              | 40 |
| 9 Citovaná literatura..... | 41 |

# 1 Úvod

Při povrchové těžbě, která ovlivňuje všechny složky krajiny, dochází k devastaci ekosystémů (Pecharová et al., 2001). To má za následek snižování biologické diverzity a následně snižování stability krajiny. Při rekultivacích dochází k znovuoobnovení stability a funkcí krajiny a k návratu různých organismů na neoživené plochy výsypek. Různé typy rekultivací však nemají stejný vliv na návrat prostředí k přírodě blízkému stavu a to má pak vliv na obnovování biodiverzity. K porovnání tohoto vlivu byli využiti drobní savci odchycení v roce 2004 na Velké podkrušnohorské výsypce. Drobní savci, díky své schopnosti osidlovat nově vzniklá stanoviště a díky rozmnožovacímu potenciálu, jsou dobrými indikátory změn v krajině (Barrett a Peles, 1999).

Problematicke diverzity drobných savců na lokalitách zasažených těžbou se v minulosti věnoval Bejček (1983), který sledoval primární sukcesi cenóz drobných savců na výsypkách po těžbě hnědého uhlí. Substrát na těchto výsypkách nebyl nijak oživen a byla sledována primární sukcese. Při tomto sledování bylo zjištěno, že první druh, který se vyskytuje na neoživených výsypkách je myšice křovinná (*Apodemus sylvaticus*). Po pátém roce se již na sledovaných výsypkách vyskytovaly všechny sukcesní druhy drobných savců.

Podobnou problematikou se zabývali také Pecharová a Hanák (1997). Ti sledovali vliv různých typů rekultivací na biodiverzitu drobných savců. Sledování proběhlo na území Sokolovské hnědouhelné pánve. Invazním druhem byla jako u Bejčka (1983) myšice křovinná (*Apodemus sylvaticus*). Nejmenší biodiverzita byla na zemědělsky rekultivovaných plochách (4 druhy), nejvyšší diverzita byla na plochách, na kterých byl vytvořen umělý mokřad (9 druhů). Mezi těmito lokalitami byly plochy rekultivované lesnicky (6 druhů). Tento výzkum byl pouze pilotním projektem, trpí malým počtem odchytů a nedostatečným zpracováním výsledků.

Cílem této práce bylo porovnání vlivu různých typů rekultivace na biodiverzitu drobných savců na Velké podkrušnohorské výsypce, která vznikla při těžbě hnědého uhlí v Sokolovské hnědouhelné pánvi.

Odchytů drobných savců jsem se přímo nezúčastnil, mým úkolem bylo zpracovat detailně materiál uložený na katedře získaný odchty v roce 2004. S lokalitou a s metodikou odchytů jsem se však seznámil a rád bych v tomto tématu pokračoval i prací magisterskou.

## **2 Literární přehled**

### **2.1 Výsypky po povrchové těžbě**

První velkoplošné výsypky pocházejí z dob po druhé světové válce, kdy byla zahájena povrchová těžba hnědého uhlí. Severočeský hnědouhelný revír má rozlohu asi 1000 km<sup>2</sup>, z toho 192,2 km<sup>2</sup> zaujímaly pozemky využívané důlními podniky. V rámci těchto pozemků byla plocha 58,4 km<sup>2</sup> zaujímána pozemky provozem opuštěné, což jsou z velké většiny právě výsypky.

Substrát výsypek Severočeského hnědouhelného revíru pochází z nejhlubších hnědouhelných slojí. Je tvořen převážně šedými miocenními jíly, hnědými jíly, písky, štěrky, jíly s uhelnou příměsí, sprašemi a sprašovými hlínami, atd.

Výsypky jsou sypány velkozakladači, jejich povrch je hodně vertikálně členitý a jsou na něm četne prohlubně i vyvýšeniny (Bejček, 1983).

### **2.2 Rekultivace**

Pojem „rekultivace“ pochází z latiny, kde toto slovo znamená návrat a obnovení krajinné úrodnosti (Volný, 1985).

#### **2.2.1 Počátky rekultivací**

Již v 19. století byl vydán zákonný normativ jako důsledek rozmachu těžby i jejích vlivů na půdu a krajinu. V roce 1854 byl císařským patentem v říšském zákoníku pod číslem 146 vydán Obecný horní zákon. Ten obsahoval pasáž, která ukládala horníkům dávat těžbou narušené pozemky opět do původního stavu. V roce 1892 byl dokonce připraven pro Říšskou radu ve Vídni návrh zákona o rekultivaci, který však nebyl schválen (Anonymus, 1998).



První rekultivace se prováděly i s využitím levné síly válečných zajatců během první světové války, docházelo k nim i v poválečném období. Během první republiky byly předloženy tři návrhy zákonů o rekultivaci, kterými měla být řešena obnova území a extrémně vysoká nezaměstnanost. Žádný z nich však neprošel schvalovacím procesem. Výrazná většina těchto rekultivací byla na poddolovaných pozemcích a po druhé světové válce byla opět devastována otvírkou lomů.

V poválečném období došlo k prudkému rozmachu těžby a k úbytku zemědělské půdy. Na to reagovaly Severočeské hnědouhelné doly zřízením účelové organizace Zemědělský závod SHD<sup>1</sup>, posléze samostatného podniku Rekultivace SHD<sup>1</sup>, který zahájil éru poválečných rekultivací v roce 1950. Tento podnik působil v různých modifikacích až do roku 1992, kdy došlo k jeho privatizaci a k organizační proměně v podnik Rekultivační výstavba Most, a.s. Současně vzniklo tržní prostředí a do rekultivačního procesu vstoupila řada dalších profesně blízkých podniků.

V legislativě rekultivací se výrazně projevil horní zákon č. 41/1957, který ukládal těžebním podnikům povinnost rekultivovat těžbou poškozené plochy. V dnešní době upravuje rekultivace zákon č. 44/1988 Sb. O ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon). Podle tohoto zákona jsou rekultivace v plném rozsahu povinností těžebních organizací. Ty musí vytvářet takovou finanční rezervu, aby mohly dokončit rekultivace i po dokončení těžby.

V letech 1958–1960 byl ve spolupráci báňských, lesnických, zemědělských a vodohospodářských specialistů v Severočeské hnědouhelné pánvi vypracován Generel rekultivací, který byl v době svého vzniku světovým unikátem. Jeho obsahem byl souhrn četných způsobů rekultivací, vždy schvalovaných Ministerstvem zemědělství (Štýs, 2001).

---

<sup>1</sup> Severočeské hnědouhelné doly

## 2.2.2 Technologie rekultivací

Technologie rekultivací se liší podle toho, jaké jsou konkrétní podmínky na rekultivovaných lokalitách. V podstatě se ale rekultivace provádí podle následujícího postupu (Anonymus, 1998):

### Přípravná etapa

Tato etapa probíhá již v období přípravy na těžbu a její realizaci. Vytváření se v ní vhodné podmínky pro realizaci následných fází rekultivací. Jsou to hlavně průzkumné, koncepční a projektové aktivity.

### Důlně technická etapa

Tato etapa vytváří vhodné podmínky, které zajišťují úspěšné řešení rekultivací v následujících etapách. Jedná se hlavně o:

- 1) skryvku úrodných, snadno zúrodnitelných a melioračně hodnotných nadložních půdních vrstev (hlavně zemin vrchního humózního profilu a spraší, rašeliny, slínovců, bentonitů)
- 2) vhodnou proporcionalitu mezi vnějšími a vnitřními výsypkami a o jejich lokalizaci v prostoru krajiny
- 3) vhodné tvarování výsypek již při jejich stavbě, aby co nejlépe vyhovovaly určenému způsobu rekultivace a optimálnímu využívání území

Důlně technická etapa rekultivací se časově překrývá s obdobím těžby. Tu sice nelze realizovat bez negativních dopadů na krajinu, může však být realizována tak, aby devastaci území minimalizovala a aby vytvářela vhodné podmínky pro následnou rekultivaci. (Šímová, 2004)

### Biotechnická etapa

Je představována dvěma činnostmi:

Mezi první skupinu činností se řadí práce technické povahy. Jejich realizací je tvoření ekotopu hlavně z hlediska vodního režimu a morfologie půdy. Jedná se proto především o terénní úpravy, navážky úrodných a melioračně hodnotných zemin a o hydromeliorační, případně hydrotechnické a stabilizační úpravy.

Do této skupiny se řadí i výstavba komunikací, kterými jsou rekultivovaná území opět zpřístupňována.

Teprve v návaznosti na předchozí úpravy ekotopu jsou prováděny činnosti ve prospěch bioty označované jako biologická rekultivace. V lesnických případech se jedná o založení lesní kultury, při rekultivaci zemědělské půdy jde o agrotechnické práce od přípravy půdy a osetí až po sklizeň. Do této skupiny řadíme i zakládání speciálních zemědělských kultur. (Šímová, 2004)

### Postrekultivační etapa

Nazýváme tak období po ukončení vlastní rekultivace a po zařazení rekultivovaných území do běžného obhospodařování (Anonymus, 1998).

## **2.3 Drobní savci České republiky**

### **2.3.1 Charakteristika druhů:**

#### **Myšice temnopásá (*Apodemus agrestis*)**

##### Popis:

Na hřbetě nápadný úzký černý pruh, rezavohnědá až žlutohnědá záda, bílé, nebo šedé břicho. Hmotnost 15–39 g, délka těla 70–125 mm, délka ocasu 65–89 mm, délka zadní tlapy 17,5–20 mm, délka ucha 11–14,5 mm (Anděra a Horáček, 1982).

##### Rozšíření v Evropě:

Nejdále na severu se vyskytuje v jižním Finsku a severní části Německa. Na jihu je výskyt po severní Itálii a Balkánský poloostrov. Jižní hranice výskytu není ostrá a vznikají mnohá izolovaná místa výskytu (Mitchell-Jones et al., 1999). U nás se vyskytuje pouze v severních Čechách, kam proniká z Německa a Polska (Reichholf, 1996).

##### Biotop

Obývá převážně nížiny, i když v jižní Evropě se může vyskytovat až do výšky 1750 m.n.m. Preferované prostředí jsou úzké pásy lesa, travní porosty, obilná pole a zahrady (Mitchell-Jones et al., 1999).

#### **Myšice lesní (*Apodemus flavicollis*)**

##### Popis

Velmi podobná našim ostatním myšicím. Ryšavě hnědá až kaštanová záda, bílé břicho, výrazná žlutá skvrna na hrdle. Hmotnost 18–45 g, délka těla 91–123 mm, délka ocasu 87–127 mm, délka zadní tlapy 23–27 mm, délka ucha 17–21 mm (Anděra a Horáček, 1982).

##### Rozšíření v Evropě:

Severněji než *A. sylvaticus*. Omezený výskyt na jihu a západě Evropy (Mitchell-Jones et al., 1999). U nás je velmi běžná (Reichholf, 1996).

### Biotop:

Považována primárně za druh vzrostlých, opadavých lesů, ale vyskytuje se i v jiných typech prostředí, jako jsou ostatní typy opadavých lesů a jehličnaté lesy. (Mitchell-Jones et al., 1999).

### **Myšice malooká (*Apodemus microps*)**

#### Popis

Zabarvením a velikostí připomíná myš domácí, nebo mládě myšice křovinné. Zbarvení těla z vrchní části šedohnědé, nebo šedožluté, zespoda bílé až žlutavé. Oproti ostatním myšicím má menší oko o průměru 2,5–3,9 mm. Hmotnost 12–22 g, délka těla 70–96 mm, délka ocasu 64–83 mm, délka zadní tlapy 17–20,5 mm, délka ucha 11–15 mm (Anděra a Horáček, 1982).

#### Rozšíření v Evropě:

Česká republika, jih Polska, severovýchod Rakouska, panonská nížina, Ukrajina, Rusko, Estonsko a Litva (Mitchell-Jones et al., 1999). U nás hlavně v nížinách na jižní Moravě (Reichholf, 1996).

### Biotop:

V Evropě kultivovaná krajina a vlhké pobřežní lesy (Mitchell-Jones et al., 1999).

### **Myšice křovinná (*Apodemus sylvaticus*)**

#### Popis

Podobná myšici lesní, i když je v průměru o něco menší. Hřbet hnědý nebo světle rezavý, spodní strana těla špinavě bílá až šedivá. Žlutá skvrna na krku je malá nebo chybí. Hmotnost 13–38 g, délka těla 77–111 mm, délka ocasu 69–106 mm, délka zadní tlapy 19,5–24 mm, délka ucha 14,5–18,5 mm (Anděra a Horáček, 1982).

#### Rozšíření v Evropě:

Na většině území Evropy, nevyskytuje se na severu Skandinávského poloostrova (Mitchell-Jones et al., 1999). U nás velmi hojná a vyskytuje se prakticky všude (Reichholf, 1996).

### Biotop:

Extrémně rozmanité prostředí výskytu zahrnuje příměstské nebo městské oblasti s parky, zemědělské oblasti, lesní prostředí všech typů a břehová prostředí (Mitchell-Jones et al., 1999).

### **Hryzec vodní (*Arvicola terrestris*)**

#### **Popis**

Jeden z největších drobných savců u nás. Většina hryzců je zbarvena hnědě na hřbetu a žlutohnědě na břiše. V některých oblastech se vyskytuje i tmavě zbarvená forma s černou srstí. Hmotnost 60–200 g, délka těla 120–200 mm, délka ocasu 66–130 mm, délka zadní tlapy 22–32 mm, délka ucha 11–16 mm (Anděra a Horáček, 1982).

#### **Rozšíření v Evropě:**

Velmi rozšířený, ale nevyskytuje se v Irsku, jižní Francii, na většině území Španělska, Portugalska a na nejvyšších místech Alp (Mitchell-Jones et al., 1999). U nás běžný ve vlhkých biotopech (Reichholf, 1996).

#### **Biotop:**

Vodní formy obývají potoky, řeky, jezera, mokřady, lesy a vlhké oblasti v nížinách i na horách (Mitchell-Jones et al., 1999).

### **Norník rudý (*Myodes glareolus*, dříve *Clethrionomys glareolus*)**

#### **Popis**

Nápadné červeně rezavé zbarvení na hřbetě, bílé, nebo nažloutlé břicho. Hmotnost 10–36 g, délka těla 80–122 mm, délka ocasu 31–65 mm, délka zadní tlapy 15,4–20,5 mm, délka ucha 10–17 mm (Anděra a Horáček, 1982).

#### **Rozšíření v Evropě:**

Na severu obývá území po polární kruh a na jihu po sever Španělska, italské hory a Balkánský poloostrov (Mitchell-Jones et al., 1999). U nás jeden z nejběžnějších savců (Reichholf, 1996).

#### **Biotop:**

Vyskytuje se ve všech typech lesů od hladiny moře po 2400 m.n.m. Preferuje husté listnaté nebo smíšené lesy. V odlesněných oblastech s velkou hustotou zalidnění obývá i parky, zahrady a živé ploty (Mitchell-Jones et al., 1999).

### **Myška drobná (*Micromys minutus*)**

#### **Popis**

Nejmenší evropský hlodavec. V létě je na hřbetě světle žlutá nebo žlutohnědá s bělavým, někdy nažloutlým břichem. V zimě v srsti převládá tmavý, někdy i načervenalý odstín, spodní strana těla je čistě bílá. Hmotnost 3,5–13 g, délka těla 50–77 mm, délka ocasu 40–75 mm, délka zadní tlapy 12–16 mm, délka ucha 7–10 mm (Anděra a Horáček, 1982).

#### **Rozšíření v Evropě:**

Na severu se vyskytuje po střední Finsko, Dánsko, ve Velké Británii po Skotsko, na jihu po Španělsko, sever Itálie a Balkánský poloostrov, na kterém jsou však jen lokální místa výskytu (Mitchell-Jones et al., 1999). U nás častá (Reichholf, 1996).

#### **Biotop:**

Obývá hlavně nížiny, ale na jihu Evropy se vyskytuje až do výšky 1700 m.n.m. (Mitchell-Jones et al., 1999).

### **Hraboš mokřadní (*Microtus agrestis*)**

#### **Popis**

Na zádech tmavší odstín rezavě až skořicově hnědé, na spodní straně těla šedavá nebo nažloutlá srst. Chodidla jsou na rozdíl od *M. arvalis* tmavě pigmentovaná. Hmotnost 17–50 g, délka těla 100–140 mm, délka ocasu 28–52 mm, délka zadní tlapy 18–21 mm, délka ucha 11–16 mm (Anděra a Horáček, 1982).

#### **Rozšíření v Evropě:**

Je rozšířen na většině kontinentu kromě Irska, jižní Evropy, nížin centrální a většiny jihovýchodní Evropy (Mitchell-Jones et al., 1999). U nás se vyskytuje méně než hraboš polní. Vyhledává spíše vlhčí a chladnější biotopy. Chybí v nížinách středních a východních Čech (Reichholf, 1996).

#### **Biotop:**

Vyhledává vlhká prostředí s bohatým travním pokryvem, lesy, mokřady, rašeliniště, mokré louky a říční břehy (Mitchell-Jones et al., 1999).

### **Hraboš polní (*Microtus arvalis*)**

#### Popis

Z vrchu žlutošedý, šedohnědý nebo slabě narezavělý. Na břiše šedobílý se žlutavým nádechem. Chodidla světlá. Hmotnost 15–40 g, délka těla 80–130 mm, délka ocasu 21–51 mm, délka zadní tlapy 13–18,4 mm, délka ucha 9–11 mm (Anděra a Horáček, 1982).

#### Rozšíření v Evropě:

Jedná se o evropský endemický druh. Je prokázáný spojitý výskyt od francouzských břehů Atlantiku po centrální Rusko. Na Pyrenejském poloostrově se jedná o izolované populace. Nevyskytuje se na Britských ostrovech (kromě Orknejských ostrovů), ve středomořských státech a většině Skandinávského poloostrova. U nás se vyskytuje na celém území (Mitchell-Jones et al., 1999).

#### Biotop:

Otevřená obhospodařovaná krajina, pastviny. Staví systémy tunelů s hnízdy a zásobními komorami (Mitchell-Jones et al., 1999).

### **Myš domácí (*Mus musculus*)**

#### Popis

Shora šedohnědá, tmavošedá nebo slabě žlutá srst. Na břiše šedá nebo žlutošedá barva srsti. Hmotnost 9–25 g, délka těla 72–100 mm, délka ocasu 54–87 mm, délka zadní tlapy 14,5–18 mm, délka ucha 10–13 mm (Anděra a Horáček, 1982).

#### Rozšíření v Evropě:

Nachází se ve Skandinávii, střední a východní Evropě, na Islandu a na ostrovech v Baltském moři (Mitchell-Jones et al., 1999). U nás se vyskytuje na celém území, hlavně v lidských obydlích (Reichholf, 1996).

#### Biotop:

Vyskytuje se hlavně v lidských obydlích. Některé populace žijí v zemědělských oblastech a na loukách v teplejších obdobích roku, ale v zimě se přesouvají do budov (Mitchell-Jones et al., 1999).



### **Rejsek obecný (*Sorex araneus*)**

#### Popis

Hnědé zbarvení celého těla je na hřbetě o něco tmavší až černé. Má pro hmyzožravce typický protáhlý čenich. Hmotnost 5–13 g, délka těla 60–80 mm, délka ocasu 35–50 mm, délka zadní tlapy 11,8–13,5 mm (Anděra a Horáček, 1982).

#### Rozšíření v Evropě:

Obývá téměř celou Evropu, chybí však v Irsku, mediteránových zónách včetně jihu Balkánského poloostrova a na většině území Francie (Mitchell-Jones et al., 1999). Je nejběžnější z našich rejseků (Reichholf, 1996).

#### Biotop:

Preferuje vlhká a chladná místa s hustým vegetačním pokryvem (Mitchell-Jones et al., 1999).

### **Rejsek malý (*Sorex minutus*)**

#### Popis

Náš nejmenší savec s hnědým zbarvením po celém těle. Hmotnost 2,5–5 g, délka těla 40–63 mm, délka ocasu 39–46 mm, délka zadní tlapy 10–11 mm (Anděra a Horáček, 1982).

#### Rozšíření v Evropě:

Je rozšířený téměř po celé Evropě, kromě mediteránových pobřežních zón (Mitchell-Jones et al., 1999). V ČR je běžný (Reichholf, 1996).

#### Biotop:

Obývá široké rozmezí prostředí, jak z pohledu zeměpisné šířky, tak i z pohledu nadmořské výšky (Mitchell-Jones et al., 1999).

### 2.3.2 Drobní savci jako modelové organismy

Podle Barretta a Pelese (1999) bylo mnoho skupin obratlovců, jako ptáci nebo obojživelníci, používáno k testování hypotéz o krajině. Autoři si však myslí, že nejlepší skupinou sloužící jako modelový organismus jsou drobní savci. K podložení této domněnky uvádějí několik důvodů:

- 1) Je známo mnoho detailních informací o biologii a etologii mnoha druhů drobných savců. Také jsou známy role a niky příslušníků jednotlivých druhů v opuštěných zemědělských oblastech, na trvalých travních porostech a v lesních ekosystémech.
- 2) Drobné savce je možno označit, sledovat jejich život a monitorovat vzory pohybu. Dále můžeme zjistit reprodukční úspěch a velikost domovského okrsku.
- 3) Drobní savci žijí v relativně malých a typických oblastech. Mají krátký život a dochází u nich ke specifické disperzi z oblastí jejich narození při dosažení dospělosti. Je u nich často možné pozorovat změny v chování jako důsledek sezonních změn. Ekologové zabývající se drobnými savci tak mohou získat nové informace o četnosti kolonií, extinkci a perzistenci. Tyto informace jsou cenné pro lepší pochopení ekosystémových a krajinných procesů a vztahů.

Barrett a Peles (1999) dále uvádějí, že hodně důležitých detailů o životní historii mnoha druhů drobných savců je již v podstatě známo. Tato znalost je důležitá pro použití modelového subjektu ke studování krajinných procesů, pomocí experimentů lze ověřovat hypotézy a tak pochopit, jak krajina funguje.

### 2.3.3 Pohyb drobných savců

Současná pozorování (Szacki et al., 1993; Kozakiewicz a Szacki, 1995) ukazují, že drobní savci jsou schopni pohybovat se na mnohem větší vzdálenosti, než se dříve myslelo. Například pohyb na "velkou vzdálenost" delší než 1000m byl objeven u druhů myšice křovinná (*Apodemus sylvaticus*), norník rudý (*Myodes glareolus*), myš domácí (*Mus musculus*) a křečík bělonohý (*Peromyscus leucopus*). Pohyb na více než 3200 m je dokázán u *Reithrodontomys megalotis* a pohyb nad 4000 m byl pozorován u druhu *A. sylvaticus*.

Většina studií (Kozakiewicz a Szacki, 1995), ve kterých se ukázalo, že drobní savci cestují na relativně dlouhé vzdálenosti, byla provedena v heterogenním prostředí. To ukazuje, že existuje různý pohyb v heterogenním a homogenním prostředí. Tuto hypotézu podporuje pozorování Diffendorfera et al. (1995), které ukázalo, že *Peromyscus manichevius* a *Microtus ochrogaster* se pohybují na tím větší vzdálenost, čím větší je rozmanitost prostředí, ve kterém se vyskytují. U druhů *M. glareolus* a *A. flavicollis* byla vzdálenost, na kterou se pohybují, větší v heterogenním lese nebo předměstském prostředí, než v homogenním lese. Tyto studie porovnávaly pohyb v heterogenním prostředí oproti pohybu v prostředí homogenním. Pouze jedna studie (Kozakiewicz et al., 1993) doposud porovnávala, na jakou vzdálenost se pohybují drobní savci v homogenním prostředí s touto vzdáleností v prostředí heterogenním. U *M. glareolus*, což je lesní druh, byla pozorována průměrná délka pohybu v homogenním lese (nefragmentovaném prostředí) 135 m, zatímco v heterogenním prostředí zemědělské krajiny (fragmentované prostředí) byla průměrná vzdálenost 243 m. To poukazuje na to, že zvyšování délky pohybu by mohla být přirozená reakce na fragmentaci prostředí.

Zvyšování mobility drobných savců závisí jak na průměrné vzdálenosti, kterou jedinci překonávají, tak i na schopnosti překonávat a/nebo využívat množství různých druhů prostředí (Wagner a Merriam, 1990). Například zvýšené využití matrix prostředí bylo demonstrováno na druhu křeček bělonohý (*Peromyscus leucopus*). Rozšířením teritoria do zemědělské krajiny se tento lesní druh přizpůsobil fragmentovanému prostředí využitím větší části krajiny. Zatímco u některých druhů bylo pozorováno rozšiřování matrixem, jiná pozorování přisuzují rostoucí využití prostředí zvýšené aktivitě uvnitř původního rozšíření nebo průzkumným aktivitám. Bez ohledu na typ pohybu se zvýšila prostorová aktivita, která má za následek pohyb skrze matrix. To mělo pravděpodobně velký dopad na krajinné procesy související s drobnými savci.

### **2.3.4 Interakce mezi drobnými savci a prostředím**

Velký díl pozornosti byl věnován studiu, jak na drobné savce působí prostředí. Barret a Peles (1999) se ve své knize zaměřují na to, že tento vztah je oboustranný. Tento vztah se týká hlavně hlodavců, kteří jsou býložraví. Díky tomu ovlivňují vegetaci v mnohem větší míře než hmyzožravé druhy drobných savců.

Drobní savci jsou schopni ovlivňovat prostředí, ve kterém žijí. To dělají vyvoláváním interakcí mezi rostlinami, které rostou na okrajích a uvnitř ekotopu. Vliv drobných savců na komunity rostlin může změnit stupeň fragmentace, velikosti a tvar jednotlivých plošek a stupeň propojení plošek. Ačkoli drobní savci reagují na okrajové lokality mnoha způsoby, může to ovlivnit jejich populační dynamiku. Také ovlivňují povahu těchto okrajů způsobem, který se může nakonec zpětně projevit v populační dynamice zvířat.

## 3 Materiál a metody

### 3.1 Metodika odchyť

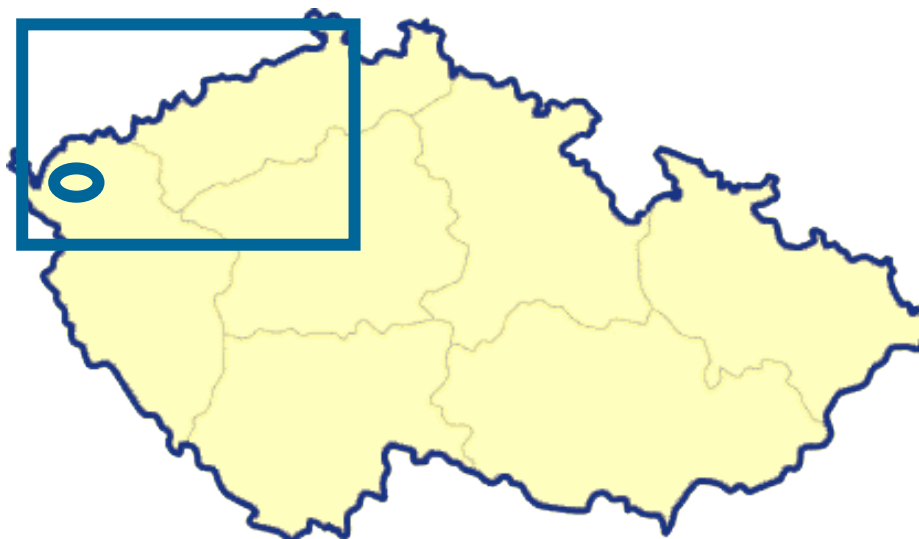
Odchyty byly prováděny podle klasické metodiky odchyty na liniích a kvadrátech (Wilson et al., 1996; Dykyjová, 1989). V liniích bylo kladeno vždy 50 pastí ve vzdálenosti pěti metrů od sebe. Délka linie tedy byla 250 m. Na rozdíl od klasických jednohektarových kvadrátů bylo s ohledem na místní podmínky kladeno 121 pastí do čtverce 11X11 pastí po pěti metrech. Velikost jednoho kvadrátu tedy byla 2500 m<sup>2</sup>. V roce 2004 proběhly tři liniové odchyty a dva odchyty na kvadrátech. Liniové odchyty probíhaly v termínech 16.–19. 4. (jarní odchyty), 21.–24. 6. (letní odchyty) a 6.–9. 10. (podzimní odchyty). Odchyty na kvadrátech probíhaly v termínech 24.–30. 5. (jarní) a 2.–8. 11. (podzimní).

Odchyty byly prováděny pomocí klasických sklapovacích pastí. Ty byly kontrolovány vždy v dopoledních hodinách. Jako návnada byl použit knot z petrolejky napuštěný opraženou moukou a tukem. Sklapovacích pastí (namísto v dnešní době preferovaných pastí živorvných) bylo použito z důvodů odběru vzorků ze žaludků odchycených zvířat. Tímto způsobem odchyť lze také získat v kratší době větší množství dat vhodných pro popis biodiverzity stanovišť (Slábová et al., 2008).

### **3.2 Popis výsypky**

Výsypka, na které byly provedeny odchyty, se jmenuje Velká podkrušnohorská výsypka a nachází se poblíž města Sokolov (viz. mapa č. 1 a mapa č. 2) Velikost výsypky je přibližně 15X5 km, tedy 75 km<sup>2</sup>. Tato výsypka ještě není uzavřená, takže se na ní nacházejí lokality, které byly zrekultivovány před několika lety, lokality, které byly zrekultivovány čerstvě, i lokality ještě nezrekultivované.

Odchyty probíhaly na rekultivovaných plochách. Jednalo se o zemědělské, lesnické a hydričké rekultivace. Jako kontrolní stanoviště byl použit původní vzrostlý les. Dále bylo chytáno na Lítovské výsypce, která byla vlivem toxického substrátu téměř bez vegetace.



Mapa č. 1: Umístění Velké podkráňské výsypky v rámci České Republiky



Mapa č. 2: Podrobné zobrazení lokalizace Velké podkráňské výsypky v rámci ČR



### 3.3 Seznam lokalit:

#### 1. Zemědělská rekultivace

lokalita - kosená louka na Panském povodí. Odchyt liniový (linie napříč loukou) i kvadrátový („Stanoviště 1“; obrázek č. 1 a 2)



Obrázek č. 1: Kosená louka na Panském povodí (zemědělská rekultivace)



Obrázek č. 2: Kosená louka na Panském povodí (zemědělská rekultivace)

## 2. Lesnická rekultivace

1. lokalita – mladá lesní výsadba na Panském povodí. Odchyt liniový napříč porostem („Stanoviště 2“; obrázek č. 3)
2. lokalita – vzrostlejší lesní porost na okraji Panského povodí. Odchyt liniový i kvadrátový („Stanoviště 3“; obrázek č 4)



Obrázek č. 3: Mladá lesní výsadba na Panském povodí



Obrázek č. 4: Vzrostlejší lesní porost na okraji Panského povodí



### 3. Hydrická rekultivace

1. lokalita – rybníček Milena na Panském povodí. Liniový odchyt okolo rybníku („Stanoviště 4“; obrázek č. 5)
2. lokalita – mokřad Anita na naučné stezce. Liniový odchyt okolo mokřadu („Stanoviště 5“; obrázek č. 6). Tato lokalita se kvůli své malé rozloze pro odchyty neosvědčila, takže následné odchyty byly prováděny na „Stanovišti 5“ (jezířka záchranářů)
3. lokalita – jezírka záchranářů, umělý mokřad na patě výsypky. Odchyt liniový i kvadrátový („Stanoviště 5“; obrázek č. 7)



Obrázek č. 5: Rybníček Milena na Panském povodí



Obrázek č. 6: Mokřad Anita na naučné stezce



Obrázek č. 7: Jezírka záchranářů, umělý mokřad na patě výsypky

#### 4. Původní les

lokalita – smíšený les s převahou borovic na hraně velkolomu Jiří. Liniový odchyt („Stanoviště 6“; obrázek č. 8, 9 a 10)



Obrázek č. 8: Smíšený les s převahou borovic na hraně velkolomu Jiří





Obrázek č. 9: Smíšený les s převahou borovic na hraně velkolomu Jiří



Obrázek č. 10: Smíšený les s převahou borovic na hraně velkolomu Jiří

## 5. Toxická výsypka

lokalita – téměř holá toxická výsypka Lítov poblíž Chlumu sv. Máří  
(„Stanoviště 7“; obrázek č. 11 a 12.)



Obrázek č. 11: Téměř holá toxická výsypka Lítov poblíž Chlumu sv. Máří



Obrázek č. 12: Téměř holá toxická výsypka Lítov poblíž Chlumu sv. Máří

### 3.4 Zpracování materiálu

Odchycení jedinci byli na místě určeni do rodů, označeni cedulkou a následně zmraženi.

Po rozmražení byly vzorky zpracovány podle standardní metodiky, kterou popsali např. Anděra a Horáček (1982). Každý jedinec byl zařazen do druhu a bylo zjištěno pohlaví. Pak bylo provedeno měření základních tělesných rozměrů (délka těla - LC, délka ocasu - LCd, délka zadní nohy - LTp, délka ucha - LA a hmotnost - G). K tomu bylo použito posuvné měřítko a elektronická váha (s přesností setiny gramu). Následně byl každý jedinec rozříznut a byl zjištěn stav pohlavních orgánů.

#### 3.4.1 Postup měření:

Každý jedinec byl otočen břichem vzhůru a byl narovnan přibližně do přirozené polohy. Délka těla byla měřena od špičky čenichu po řitní otvor, délka ocasu od řitního otvoru po špičku ocasu (bez koncových chlupů). Délka ušního boltce byla měřena od spodního zářezu po hrot boltce bez chlupů. Tyto hodnoty byly naměřeny s přesností na desetinu milimetru. Délka zadního chodidla byla měřena s přesností na setiny milimetru a byla měřena od zadního okraje ohnutého patního kloubu po konec nejdelšího prstu bez drápu. Všechna tato měření byla provedena podle metodiky, kterou popsali Anděra a Horáček (1982).

### 3.5 Výpočet indexu biodiverzity

Pro porovnání biodiverzity byl použit index Shannona a Weavera (1949), který je odvozen z teorie informací. Vzorec pro výpočet zní:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \cdot \ln P_i$$

Kde S je počet druhů ve vzorku a  $P_i$  pravděpodobnost, že jedinec přísluší k druhu i.

$P_i$  se vypočítá ze vztahu  $P_i = \frac{N_i}{N}$ , kde  $N_i$  je počet jedinců druhu i a N je počet jedinců všech druhů.

## 4 Výsledky

### 4.1 Souhrnné výsledky

Celkem bylo odchyceno 376 jedinců, 10 druhů (100 jedinců *Apodemus sylvaticus*, 39 jedinců *Apodemus flavicollis*, 1 jedinec *Arvicola terrestris*, 50 jedinců *Myodes glareolus*, 6 jedinců *Microtus agrestis*, 151 jedinec *Microtus arvalis*, 2 jedinci *Micromys minutus*, 1 jedinec *Mus musculus*, 12 jedinců *Sorex araneus* a 14 jedinců *Sorex minutus*).

Počty jedinců na jednotlivých lokalitách jsou zachyceny v tabulce č. 1 pro kvadráty a tabulce č. 2 pro linie.

V tabulce č. 3 je zaznamenán počet past'onocí na jednotlivých lokalitách, na nichž proběhl liniový odchyt.

Poměrné zastoupení druhů je zobrazeno v grafu č. 1 pro kvadráty a grafu č. 2 pro linie.

Počty druhů jsou zobrazeny v grafu č. 3 pro kvadráty a grafu č. 4 pro linie.

Poměry zastoupení pohlaví u jednotlivých druhů jsou zobrazeny v grafu č. 5 pro kvadráty a grafu č. 6 pro linie.

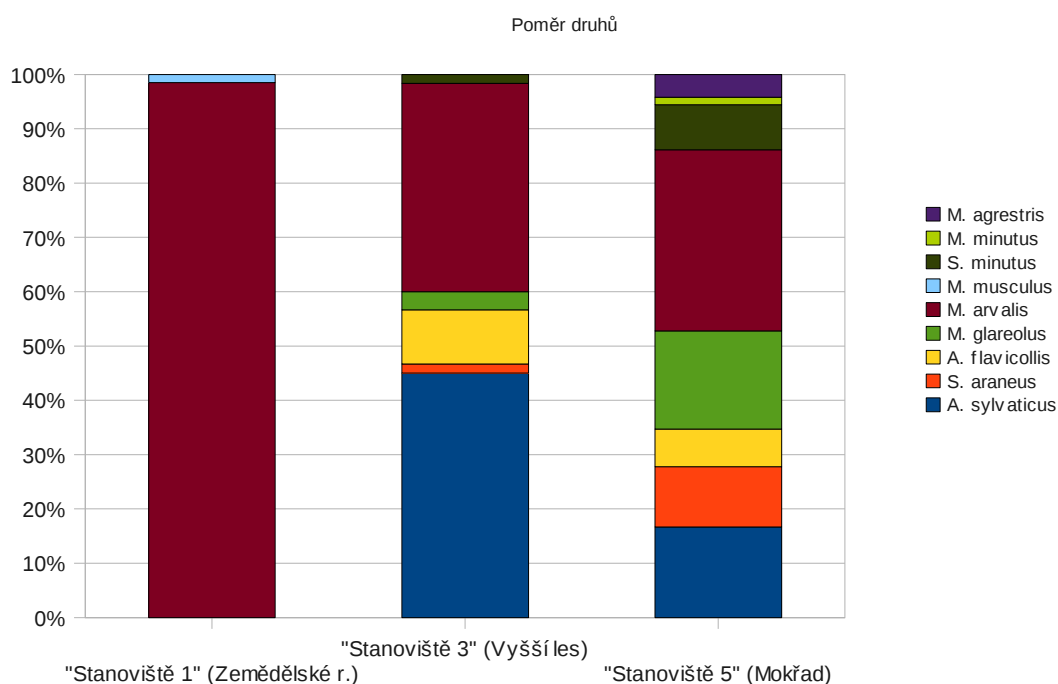
|                       | „Stanoviště 1“<br>(zemědělská r.) | „Stanoviště 3“<br>(lesnická r.) | „Stanoviště 5“<br>(hydriká r.) |
|-----------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| <i>A. sylvaticus</i>  | 0                                 | 27                              | 12                             |
| <i>S. araneus</i>     | 0                                 | 1                               | 8                              |
| <i>A. flavicollis</i> | 0                                 | 6                               | 5                              |
| <i>M. glareolus</i>   | 0                                 | 2                               | 13                             |
| <i>M. arvalis</i>     | 66                                | 23                              | 24                             |
| <i>M. musculus</i>    | 1                                 | 0                               | 0                              |
| <i>S. minutus</i>     | 0                                 | 1                               | 6                              |
| <i>M. minutus</i>     | 0                                 | 0                               | 1                              |
| <i>M. agrestis</i>    | 0                                 | 0                               | 3                              |

Tabulka č. 1: Počet jedinců každého druhu na jednotlivých lokalitách, na kterých byl proveden kvadrátový odchyt

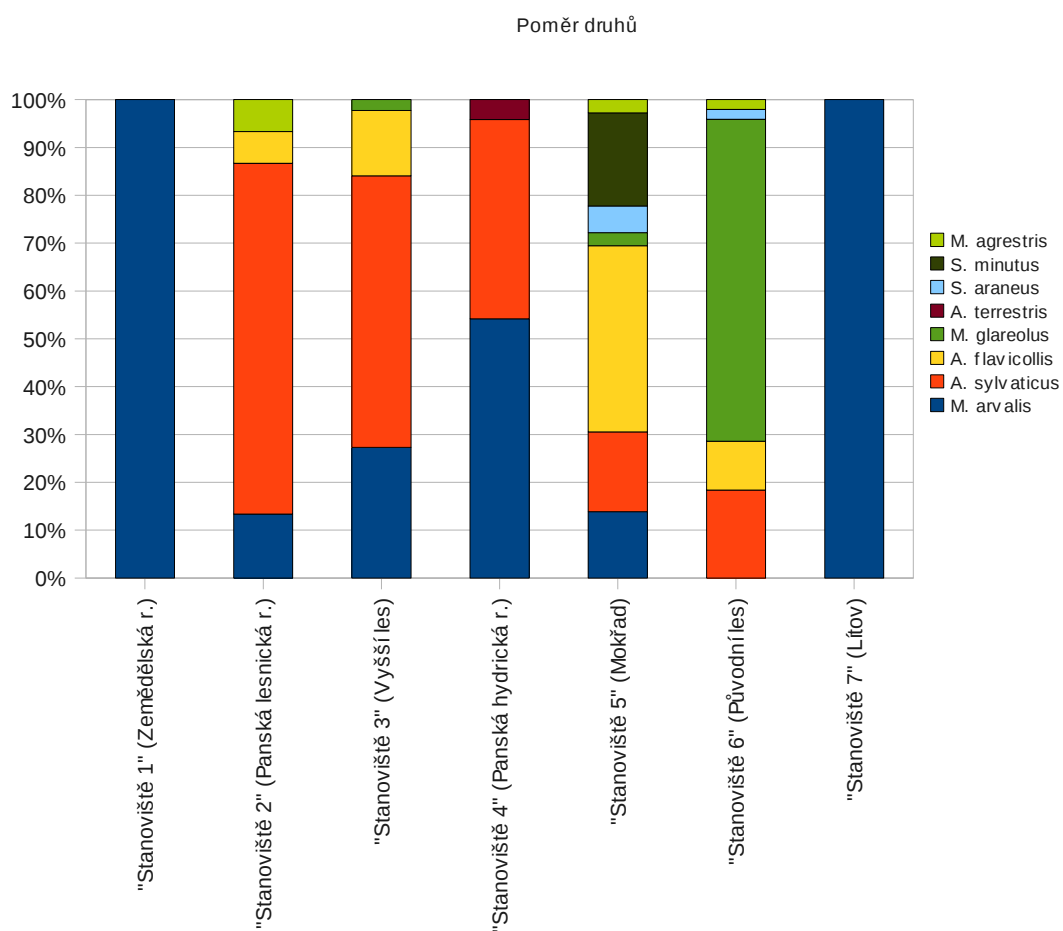


|                       | „Stanoviště 1“<br>(Zemědělská<br>r.) | „Stanoviště 2“<br>(Panská<br>lesnická r.) | „Stanoviště 3“<br>(Vyšší les) | „Stanoviště 4“<br>(Panská<br>hydriká r.) | „Stanoviště 5“<br>(Mokřad) | „Stanoviště 6“<br>(Původní les) | „Stanoviště 7“<br>(Lítov) |
|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| <i>M. arvalis</i>     | 6                                    | 2                                         | 12                            | 13                                       | 5                          | 0                               | 1                         |
| <i>A. sylvaticus</i>  | 0                                    | 11                                        | 25                            | 10                                       | 6                          | 9                               | 0                         |
| <i>A. flavicollis</i> | 0                                    | 1                                         | 6                             | 0                                        | 14                         | 5                               | 0                         |
| <i>M. glareolus</i>   | 0                                    | 0                                         | 1                             | 0                                        | 1                          | 33                              | 0                         |
| <i>A. terrestris</i>  | 0                                    | 0                                         | 0                             | 1                                        | 0                          | 0                               | 0                         |
| <i>S. araneus</i>     | 0                                    | 0                                         | 0                             | 0                                        | 2                          | 1                               | 0                         |
| <i>S. minutus</i>     | 0                                    | 0                                         | 0                             | 0                                        | 7                          | 0                               | 0                         |
| <i>M. agrestis</i>    | 0                                    | 1                                         | 0                             | 0                                        | 1                          | 1                               | 0                         |

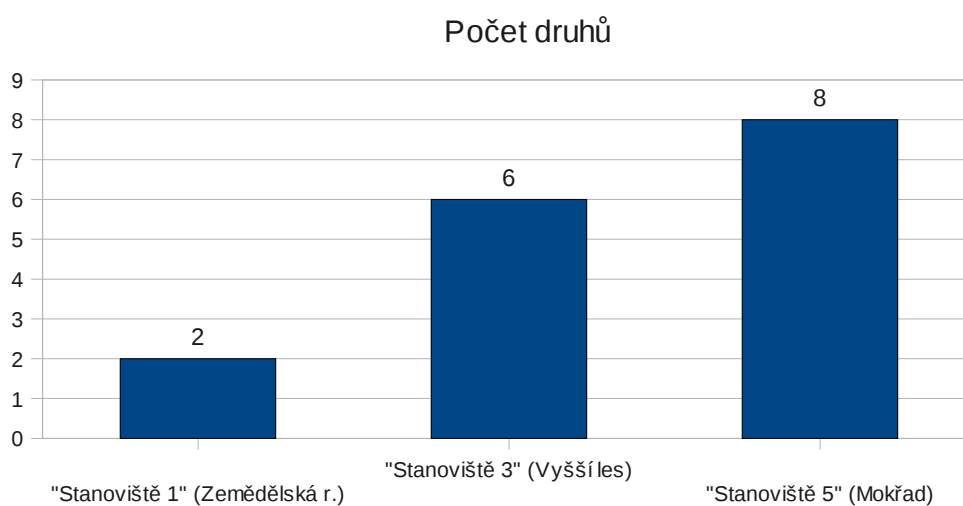
Tabulka č. 2: Počet jedinců každého druhu na jednotlivých lokalitách, na kterých byl proveden liniový odchyt bez přepočtu na průměrný počet past'onocí



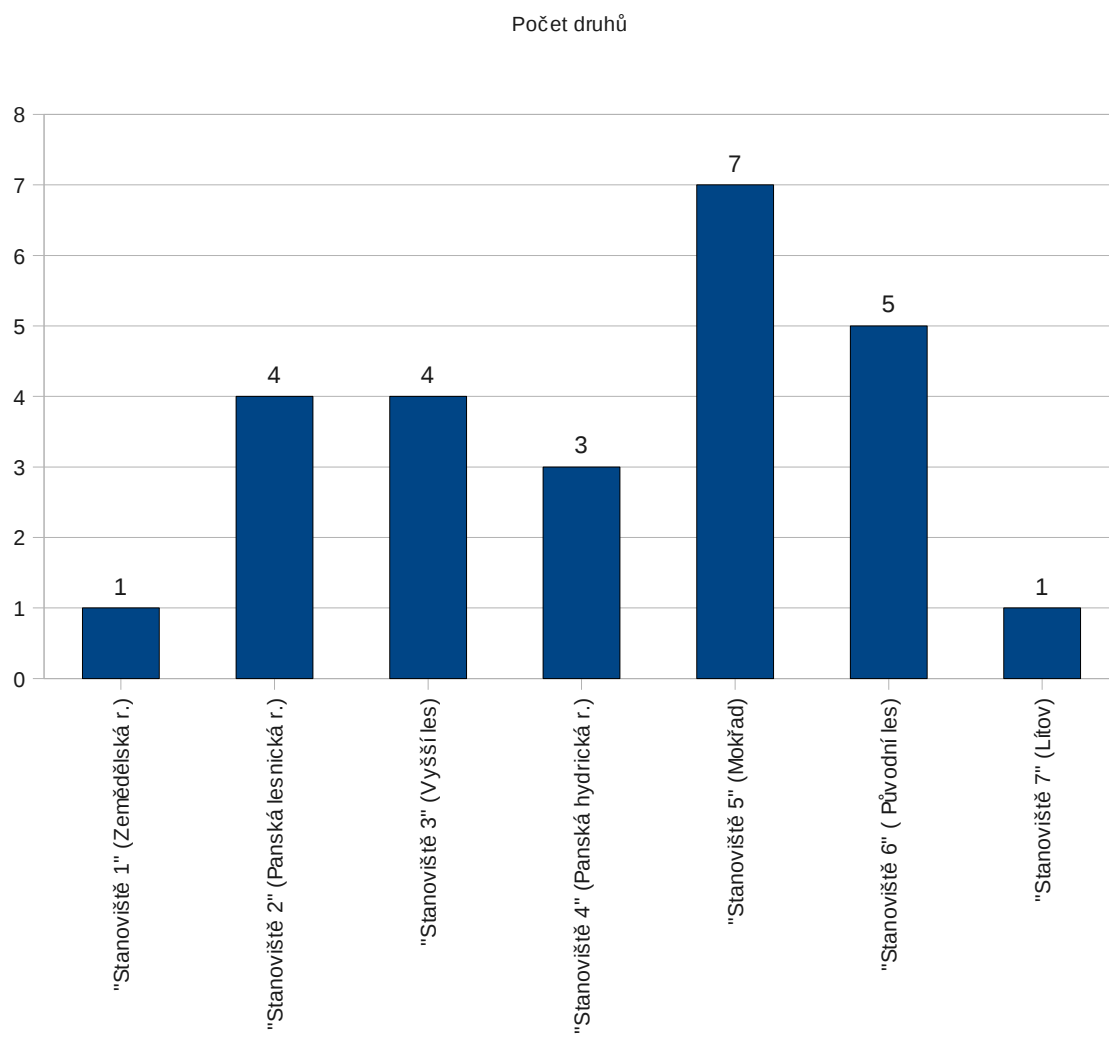
Graf č. 1: Poměrné zastoupení druhů na lokalitách, na kterých proběhl kvadrátový odchyt



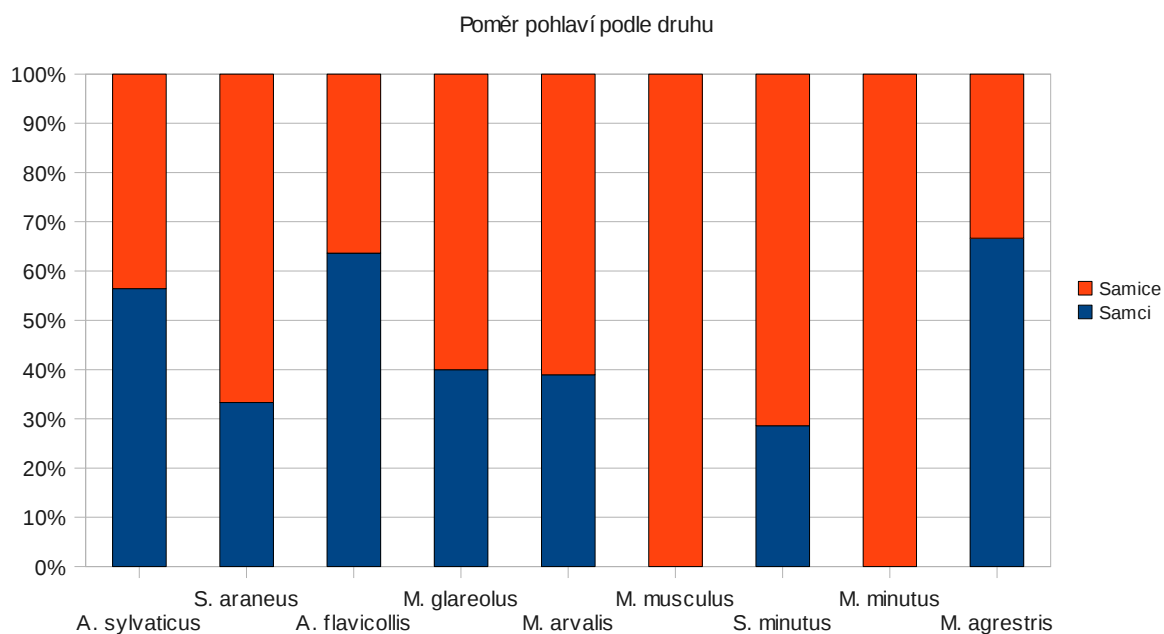
Graf č. 2: Poměrné zastoupení druhů na lokalitách, na kterých proběhl liniový odchyt



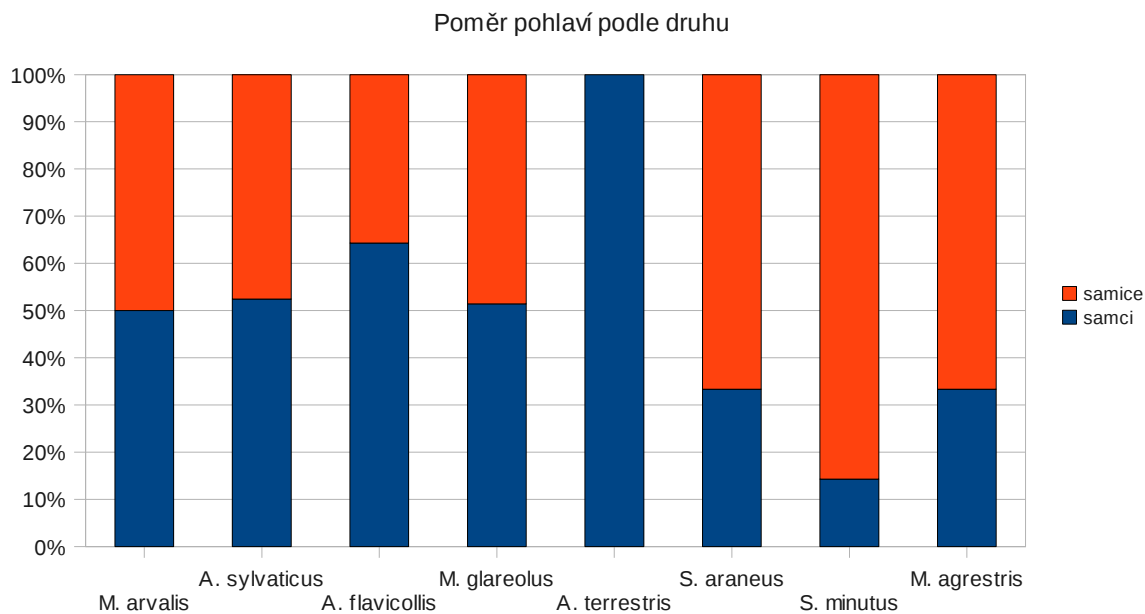
Graf č. 3: Počet druhů na lokalitách, na kterých proběhl kvadrátový odchyt



Graf č. 4: Počet druhů na lokalitách, na kterých proběhl liniový odchyt



Graf č. 5: Poměry pohlaví pro jednotlivé druhy chycené při kvadrátových odchytech



Graf č. 6: Poměry pohlaví pro jednotlivé druhy chycené při liniových odchytech

## 4.2 Výsledky kvadrátových odchyťů

Interpretace těchto výsledků je zjednodušena tím, že byl při odchycích na všech lokalitách stejný počet past'onocí (dvanáct nocí odchytů po 121 pasti, tj. 1452 past'onocí). To umožňuje porovnávání výsledků bez dalšího přepočítávání na průměrný počet past'onocí.

Z grafu číslo 1 vyplývá, že při kvadrátových odchycích byl nejvyrovnanější poměr druhů na „Stanovišti 5“ (Mokřad), kde jen lehce nad ostatními druhy převažuje druh *M. arvalis*. Nejméně vyrovnaná lokalita byla ta, na které byla provedena zemědělská rekultivace („Stanoviště 2“). Zde absolutně převážil druh *M. arvalis*. Na „Stanovišti 3“ (Vyšší les) převážily nad ostatními dva druhy (*M. arvalis* a *A. sylvaticus*), které dohromady tvořily 80% biodiverzity drobných savců.

Z grafu číslo 2 vyplývá, že při kvadrátových odchycích byl největší počet druhů na „Stanovišti 5“ (Mokřad), kde se vyskytlo 8 druhů. Druhý nejvyšší počet druhů byl na „Stanovišti 3“ (Vyšší les; 6 druhů). Nejméně druhů se vyskytovalo na „Stanovišti 1“ (Zemědělská r.; 2 druhy).

### 4.3 Výsledky liniových odchytů

U těchto výsledků je interpretace ztížena tím, že při odchycích nebyl na všech lokalitách stejný počet past'onocí. Na většině lokalit bylo 450 past'onocí, ale na „Stanovišti 7“ (Lítov) bylo 50 past'onocí a na „Stanovišti 3“ (Vyšší les) bylo 400 past'onocí (jak je vidět v tabulce č. 3). Výsledky proto byly přepočítány na 100 past'onocí (výsledky přepočtu v tabulce č. 4).

| lokalita                              | Počet past'onocí |
|---------------------------------------|------------------|
| „Stanoviště 1“ (Panská zemědělská r.) | 450              |
| „Stanoviště 2“ (Panská lesnická r.)   | 450              |
| „Stanoviště 3“ (Vyšší les)            | 400              |
| „Stanoviště 4“ (Panská hydričká r.)   | 450              |
| „Stanoviště 5“ (Mokřad)               | 450              |
| „Stanoviště 6“ (Původní les)          | 450              |
| „Stanoviště 7“ (Lítov)                | 50               |

Tabulka č. 3: Počet past'onocí při liniových odchycích

|                       | „Stanoviště 1“<br>(Zemědělská r.) | „Stanoviště 2“ (Panská lesnická r.) | „Stanoviště 3“ (Vyšší les) | „Stanoviště 4“ (Panská hydričká r.) | „Stanoviště 5“ (Mokřad) | „Stanoviště 6“ (Původní les) | „Stanoviště 7“ (Lítov) |
|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------|
| <i>M. arvalis</i>     | 1,33                              | 0,44                                | 3                          | 2,89                                | 1,11                    | 0                            | 2                      |
| <i>A. sylvaticus</i>  | 0                                 | 2,44                                | 6,25                       | 2,22                                | 1,33                    | 2                            | 0                      |
| <i>A. flavicollis</i> | 0                                 | 0,22                                | 1,5                        | 0                                   | 3,11                    | 1,11                         | 0                      |
| <i>M. glareolus</i>   | 0                                 | 0                                   | 0,25                       | 0                                   | 0,22                    | 7,33                         | 0                      |
| <i>A. terrestris</i>  | 0                                 | 0                                   | 0                          | 0,22                                | 0                       | 0                            | 0                      |
| <i>S. araneus</i>     | 0                                 | 0                                   | 0                          | 0                                   | 0,44                    | 0,22                         | 0                      |
| <i>S. minutus</i>     | 0                                 | 0                                   | 0                          | 0                                   | 1,56                    | 0                            | 0                      |
| <i>M. agrestis</i>    | 0                                 | 0,22                                | 0                          | 0                                   | 0,22                    | 0,22                         | 0                      |

Tabulka č. 4: Počet jedinců chycených při liniových odchovech přepočítané na 100 past'onocí

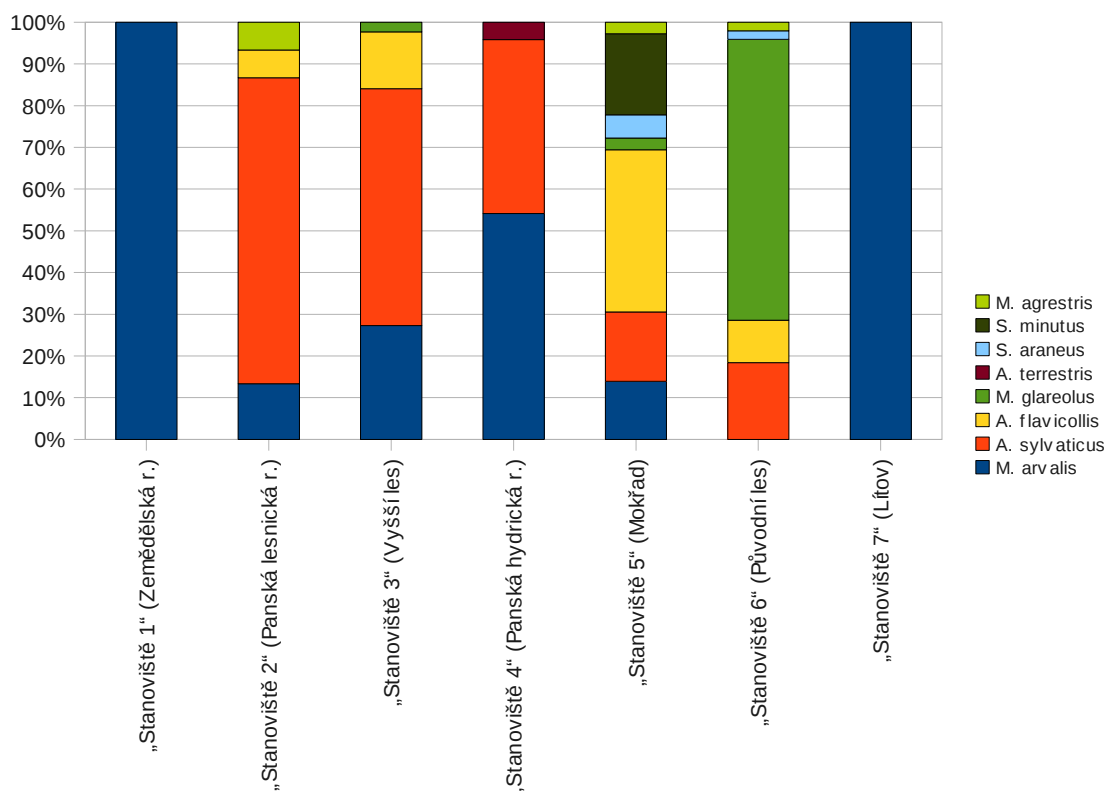
Z grafu č. 4 vyplývá, že nejvyšší druhová rozmanitost (7 druhů) byla na „Stanovišti 5 (Mokřad)“. Z grafu č. 2 vyplývá, že tato lokalita byla zároveň nejvyrovnanější co do zastoupení jednotlivých druhů. Druhá nejvyšší druhová rozmanitost (5 druhů) byla na „Stanovišti 6“ (Původní les). Tato lokalita však byla v druhovém zastoupení velmi nevyrovnaná. Nad ostatními druhy tu značně převážil druh *M. glareolus* a dva druhy se tu vyskytly pouze okrajově. Další jsou dvě lokality, na kterých se vyskytly čtyři druhy: „Stanoviště 2“ (Panská lesnická r.) a „Stanoviště 3“ (Vyšší les). Na obou lokalitách bylo nejvyšší zastoupení druhu *A. sylvaticus*. Na „Stanovišti 2“ (Panská lesnická r.) však tento druh početně převážil nad ostatními druhy více než na „Stanovišti 3“ (Vyšší les). Na „Stanovišti 4“ (Panská hydrická r.), na kterém se vyskytly tři druhy drobných savců, bylo padesát procent jedinců druhu *M. arvalis*. Asi čtyřicet procent jedinců bylo druhu *A. sylvaticus* a *A. terrestris* se na lokalitě vyskytl jen jeden.

Nejméně druhů se vyskytlo na lokalitě, kde proběhla zemědělská rekultivace („Stanoviště 1“) a na „Stanovišti 7“ (Lítov). Vyskytl se zde pouze jeden druh a to *M. arvalis*. Na „Stanovišti 7“ (Lítov) se chytil pouze jeden jedinec, jak je vidět v tabulce č. 2.

Z grafů č. 4 a 5 vyplývá, že druhy, od kterých bylo chyceno větší množství zástupců, mají vyrovnanější poměr zastoupení pohlaví, než druhy, od kterých bylo chyceno méně jedinců.

### 4.3.1 Výsledky liniových odchytů po přepočtu na průměrný počet past'onocí

V grafu č. 7 je zobrazeno poměrné zastoupení druhů na lokalitách, na kterých proběhl liniový odchyt s přepočtem na 100 past'onocí. Je z něj patrné, že přepočet neměl na vyváženost druhů žádný vliv. Také z něj je možné vyčíst i to, že počet druhů na jednotlivých lokalitách zůstal stejný, jako před přepočtem. Přepočet měl tedy vliv pouze na počet jedinců jednotlivých druhů, což je vidět v tabulce č. 4.



Graf č. 7: Poměrné zastoupení druhů na lokalitách, na kterých proběhl liniový odchyt s přepočtem na 100 past'onocí



#### 4.4 Index biodiverzity

Výsledky výpočtů Shannonova indexu biodiverzity jsou uvedeny v tabulce č. 5 a 6.

| Stanoviště                        | H'    |
|-----------------------------------|-------|
| „Stanoviště 1“ (Zemědělská r.)    | 0,078 |
| „Stanoviště 3“ (Lesnická r.)      | 1,207 |
| „Stanoviště 5“ (Hyd-<br>rická r.) | 1,802 |

Tabulka č 5: Výsledky výpočtu Shannonova indexu pro kvadrátové odchyty

| Stanoviště                          | H'    |
|-------------------------------------|-------|
| "Stanoviště 1" (Zemědělská r.)      | 0,000 |
| "Stanoviště 2" (Panská lesnická r.) | 0,857 |
| "Stanoviště 3" (Vyšší les)          | 1,033 |
| "Stanoviště 4" (Panská hydrická r.) | 0,829 |
| "Stanoviště 5" (Mokřad)             | 1,618 |
| "Stanoviště 6" (Původní les)        | 0,969 |
| "Stanoviště 7" (Lítov)              | 0,000 |

Tabulka č 6: Výsledky výpočtu Shannonova indexu pro liniové odchyty

Z tabulky č. 5 vyplývá, že největší biodiverzita při kvadrátových odchycích byla na „Stanovišti 5“ (Hydrická r.) a nejnižší na „Stanovišti 1“ (Zemědělská r.). Druhá nejvyšší biodiverzita byla na „Stanovišti 3“ (Lesnická r.).

Z tabulky č. 6 vyplývá, že největší biodiverzita při liniových odchycích byla na „Stanovišti 5“ (Mokřad). Druhá nejvyšší byla na „Stanovišti 3“ (Vyšší les) a následovala „Stanoviště 6“ (Původní les), "Stanoviště 2" (Panská lesnická r.), "Stanoviště 4" (Panská hydrická r.), s klesající biodiverzitou až ke „Stanovišti 7“ (Lítov) a „Stanovišti 1“ (Zemědělská r.), na kterých se vyskytl pouze jeden druh drobných savců.

## 5 Diskuse

Schweigera et al. (2000) uvádějí, že hustota a složení populace drobných savců je silně ovlivněna velikostí ploch, na kterých se vyskytují. Je tudíž potřeba mít na paměti, že plochy, reprezentující jednotlivé typy rekultivací pro účely odchytů nebyly shodně velké. Zejména u mokřadních ploch jsme se nevyhnuli odchytům i na okrajích biotopu, což samozřejmě mohlo ovlivnit výskyt druhů. Těmto chybám jsme se snažili vyhnout, pokud to charakter lokality dovoľoval.

Jak je vidět v kapitole výsledky, největší druhová rozmanitost byla zjištěna na lokalitách rekultivovaných hydricky. To je v souladu s požadavky většiny druhů drobných savců na obývaný biotop. Většina drobných savců žijících v ČR vyhledává v rámci svého biotopu vlhčí stanoviště. Hryzec vodní (*Arvicola terrestris*) a hraboš mokřadní (*Microtus agrestis*) jsou pak na vodní prostředí vázaní (Anděra a Horáček, 1982). Tento fakt ukazuje důležitost zahrnutí hydrických rekultivací do rekultivačních plánů. Mokřady a další vodní plochy jsou důležité nejen pro vysokou diverzitu prostředí, ale také pro zadržování vody v krajině a snížení nebezpečí vodní eroze. Zadržovaná voda se může odpařovat, a tím dochází k ochlazování krajiny. To je velmi důležité v oblastech povrchových dolů, kde jsou velká území zbavena vegetačního pokryvu. Na těchto lokalitách nedochází k přirozenému ochlazování transpirací, a to vede k přehřívání krajiny (Pecharová et al., 2004).

Po hydricky rekultivovaných plochách následují z hlediska biodiverzity plochy rekultivované lesnický. Na těchto plochách záleží na stáří lesního porostu. V mladých porostech, které nejsou zapojené, dochází k vyšším výkyvům teplot (Pecharová, 2004) a také zde není tolik úkrytů, které by chránili drobné savce před predací. To pravděpodobně způsobilo nižší diverzitu, než je v původním lese. Také druhové složení je jiné než v původním lese. Například typický lesní druh (Mitchell-Jones et al., 1999) norník rudý (*M. glareolus*) se na této lokalitě vůbec nevyskytuje. Na druhou stranu hraboš polní (*M. arvalis*), který se v lese téměř nevyskytuje (Mitchell-Jones et al., 1999), se na této lokalitě vyskytuje poměrně hojně. To je způsobeno jiným podrostem, než je v lesích obvyklé. To podporuje názor Schweigera et al. (2000), který poukazuje na souvislost mezi místní vegetací a výskytem drobných savců. Říká, že výskyt drobných savců je závislý na tom, jaká vegetace roste na sledovaném místě a jak tato vegetace vyhovuje požadavkům jednotlivých druhů na biotop. Při změně vegetačního pokryvu dojde na lokalitě i ke změně druhového

zastoupení drobných savců. Druhy, kterým vyhovovaly podmínky stanoviště před změnou, jsou částečně nebo zcela vytlačeni druhy, kterým vyhovují nové podmínky více (Schweigera et al. 2000).

Také na stanovišti „Vyšší les“ je při liniových odchycích druhová diverzita nižší, než v původním lese. Druhové složení se ale již přibližuje původnímu lesu, byl například zaznamenán výskyt typicky lesního druhu norníka rudého (*M. glareolus*). Na druhou stranu se zde zvyšuje zastoupení hraboše polního (*M. arvalis*) a snižuje se početnost myšice lesní (*A. flavicollis*) což poukazuje na to, že vegetační podrost ještě není zcela totožný s podrostem v původním lese.

Na stanovištích, kde proběhla zemědělská rekultivace je biodiverzita nejnižší. Při liniových odchycích byla zjištěna přítomnost pouze hraboše polního (*M. arvalis*), který je pro tyto lokality typický (Mitchell-Jones et al., 1999). Při kvadrátových odchycích se objevila jedna myš domácí (*M. musculus*), která pravděpodobně pouze migrovala přes lokalitu. Je totiž typická pro lidská obydlí (Mitchell-Jones et al., 1999), odkud může být snadno zavlečena na blízké zemědělské plochy. Zajímavou skutečností byl odchyt jednoho jedince melanické formy hraboše polního.

Zcela výjimečnou lokalitou je Lítovská výsypka, na které se objevil pouze jeden hraboš polní (*M. arvalis*). Otázkou pak je, jestli jde o migranta, nebo o jedince, který na výsypce s toxickým substrátem žije.

## 6 Závěr

Na zájmovém území Velké podkrušnohorské výsypky proběhly v roce 2004 dva kvadrátové a tři liniové odchyty drobných savců. Účelem bylo zjistit a porovnat biodiverzitu různých typů rekultivací.

Prezentované výsledky jsou pouze z jedné sezóny, ale i tak ukazují vliv rekultivací na biodiverzitu, která má úzký vztah ke stabilitě krajiny.

Celkem bylo chyceno 376 drobných savců. Lokality s největší biodiverzitou byly ty, na kterých proběhla hydrická rekultivace. Nejnižší biodiverzita byla na zemědělsky rekultivovaných lokalitách. Mezi těmito lokalitami se z hlediska biodiverzity nacházely plochy rekultivované lesnický.

Výsledky ukazují velkou důležitost mokřadních biotopů, které mají vliv na celkovou diverzitu krajiny.

Na lokalitě Velká podkrušnohorská výsypka proběhne v letošní sezóně na stejných lokalitách další odchyt drobných savců, kterého bych se měl zúčastnit v rámci své magisterské práce. Opět budou porovnávány lokality mezi sebou, ale výsledky budou porovnány také s odchyty z roku 2004, neboť některé lokality prošly výrazným vývojem. Tato další práce by měla upřesnit význam použití různých typů rekultivací pro biodiverzitu. Také by měl ukázat vývoj společenstev drobných savců v čase v závislosti na sukcesi porostů.

## 7 Summary

One way to assess restoration success is to examine the biodiversity in the “newly created” areas. We chose small mammals as biodiversity indicators because of their good reproductive capacity and invasive ability. The aim of the study was to compare different types of restoration from the small mammal biodiversity perspective.

Small mammals were captured five times during the 2004 season at spoil heap localities with various types of restoration: agricultural, forest and wetland, using standard methods of capturing with snap traps in lines and quadrates. In total, 376 individuals of 10 small mammal species were captured (100 ind. of *Apodemus sylvaticus*, 39 ind. of *Apodemus flavicollis*, 50 ind. of *Myodes glareolus*, 151 ind. of *Microtus arvalis* 2 ind. of *Micromys minutus*, 12 ind. of *Sorex araneus*, 14 ind. of *Sorex minutus*, 1 ind. of *Arvicola terrestris*, 1 of. *Mus musculus*, 1 ind. of *Micromys minutus*).

Using a standard number of trap-nights, a similar number of individuals were captured at all localities. We found, that the wetland localities were the richest in small mammal diversity (Shannnon index  $H=1,802$  and  $H=1,618$  for quadrates and lines, respectively), the forestry restored areas were second ( $H=1,207$  and  $H=1,033$  for quadrates and lines, respectively), and the agriculturally restored areas were the poorest ( $H=0,078$  and  $H=0,000$  for quadrates and lines, respectively).

Our results support the opinion that wetlands are very important, not only for the water regime and water quality of the reclaimed area, but also for its biodiversity. So, wetlands should be considered an indispensable part of restoration.

**Key words:** restoration, spoil heap, biodiversity, bioindicators, small mammals

## 8 Souhrn

Jedno z kritérií hodnocení úspěšnosti rekultivace je míra biodiverzity na daném území. Jako indikátory biodiverzity jsme vybrali drobné savce, neboť díky svému vysokému reprodukčnímu potenciálu a dobrým invazivním schopnostem indikují okamžitý stav prostředí. Cílem studie bylo porovnat lokality rekultivované různým způsobem z hlediska biodiverzity společenstev drobných savců.

Během sezóny 2004 proběhlo pět odchytů drobných savců. Byla použita standardní metodika odchytů v liniích a na kvadrátech. Studie probíhala na plochách rekultivovaných zemědělsky, lesnický a hydricky.

Celkem bylo odchyceno 376 jedinců, 10 druhů (100 jedinců *Apodemus sylvaticus*, 39 jedinců *Apodemus flavicollis*, 50 jedinců *Myodes glareolus*, 6 jedinců *Microtus agrestis*, 151 jedinec *Microtus arvalis*, 12 jedinců *Sorex araneus*, 14 jedinců *Sorex minutus*, 1 jedinec *Arvicola terrestris*, 1 jedinec *Mus musculus*, 2 jedinci *Micromys minutus*).

za standardní počet past'onocí byl na všech lokalitách odchycen podobný počet jedinců. Jako druhově nejpestřejší se jeví plochy rekultivované hydricky (Shannonův index  $H=1,802$  a  $H=1,618$  pro kvadráty a linie, v tomto pořadí), pak rekultivace lesnické ( $H=1,207$  a  $H=1,033$  pro kvadráty a linie, v tomto pořadí) a nejchudší byly plochy rekultivované zemědělsky ( $H=0,078$  a  $H=0,000$  pro kvadráty a linie, v tomto pořadí).

Naše výsledky podporují názor, že mokřady jsou velmi důležité, nejen pro vodní režim a kvalitu vody rekultivovaných oblastí, ale také pro jejich biodiverzitu. Mokřady by tedy měly být nezbytnou součástí rekultivací.

**Klíčová slova:** rekultivace výsypky biodiverzita; bioindikátory; drobní savci;

## 9 Citovaná literatura

Anděra M. a Horáček I.: Poznáváme naše savce. Mladá fronta, Praha, 1982.

Anonymus: Rekultivace. Mostecká uhelná společnost a.s., 1998.

Barret G. a Peles J.: Landscape ecology of small mammals. Springer-Verlag, New York, 1999.

Bejček V.: Sukcese a produktivita drobných savců na výsypkách v Mostecké pánvi. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 1983.

Diffendorfer J.E., Gaines M.S. a Holt R.D.: Habitat fragmentation and movements of three small mammals (*Sigmodon*, *Microtus*, and *Peromyscus*). Ecology, 76: 827-839, 1995.

Dykyjová D.: Metody studia ekosystémů. Praha, 1989.

Kozakiewicz et al.: Use of space by bank voles (*C. Glareolus*) in Polish farm landscape. Landscape Ecology, 8: 19-24, 1993.

Kozakiewicz M. a Szacki J.: Movements of small mammals in a landscape: patch restriction or nomadism? University of Minnesota Press, Minneapolis, 1995.

Mitchell-Jones A. J. et al.: The atlas of european mammals. Academic press, London, 1999.

Pecharová E. a Hanák P.: Obnova funkce krajiny v oblastech narušených povrchovou těžbou. Sborník referátů, mezinárodní vědecká konference Agroregion, České Budějovice 3. – 4. 9. 1997.

Pecharová E., Hezina T., Procházka J., Přikryl I., Pokorný J.: Restoration of spoil heaps in Northwestern Bohemia using wetlands. – In: Vymazal J. (ed.): Transformations of Nutrients in Natural and Constructed Wetlands. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, 2001.

Pecharová E., Procházka J., Wotavová K., Sýkorová Z. a Pokorný J.: Obnova funkcí krajiny po těžbě hnědého uhlí. Životné prostredie 38/3: 151-155, 2004.

Pecharová E.: Vybrané aspekty obnovy funkce krajiny narušené povrchovou těžbou hnědého uhlí. Habilitační práce, ZF JU v Českých Budějovicích, 2004.

Reichholf J.: Savci. Ikar, Praha, 1996.

Schweiger et al.: The interaction of habitat fragmentation, plant, and small mammal succession in an old field. Science, 383, 2000.

Slábová M., Broumová H. a Pecharová E.: Communities of small mammals as indicators of biodiversity changes in reclaimed areas after coal mining. 10<sup>th</sup> International Mine Water Association Congress. Karlovy Vary, Czech Republic, 2008.

Szacki J. et al.: The influence of landscape spatial structure on small mammals movements. Acta theriologica, 38:113-123 1993.

Šímová I.: Sukcese zooplanktonu a zoobentosu ve vodní nádržích oblasti narušené povrchovou těžbou nerostů. Disertační práce, ZF JCU, 2004.

Štýs S.: Rekultivace severočeského hnědouhelného revíru v proměnách času. In: Sborník referátů, Mezinárodní konference - 50 let sanace a rekultivace krajiny po těžbě uhlí. Teplice, SD a.s., 2001.

Volný S.: Deteriorizace a rekultivace krajiny. VŠZ v Brně, 1985.

Wagner J. a Merriam G.: Use of spetial elements in a farmland mosaic by a woodland rodent. Biologiccaal Conservation, 54:263-279, 1990.

Wilson D. E., Cole F. R., Nichols J. D., Rudran R. a Foster M. S.: Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for mammals. Smithsonian institution press, Washington and London, 1996.